

вил, что указанное негативное явление обусловлено избыточными теплотеперьями, связанными с химическим недожогом твердого топлива в составе шихты.

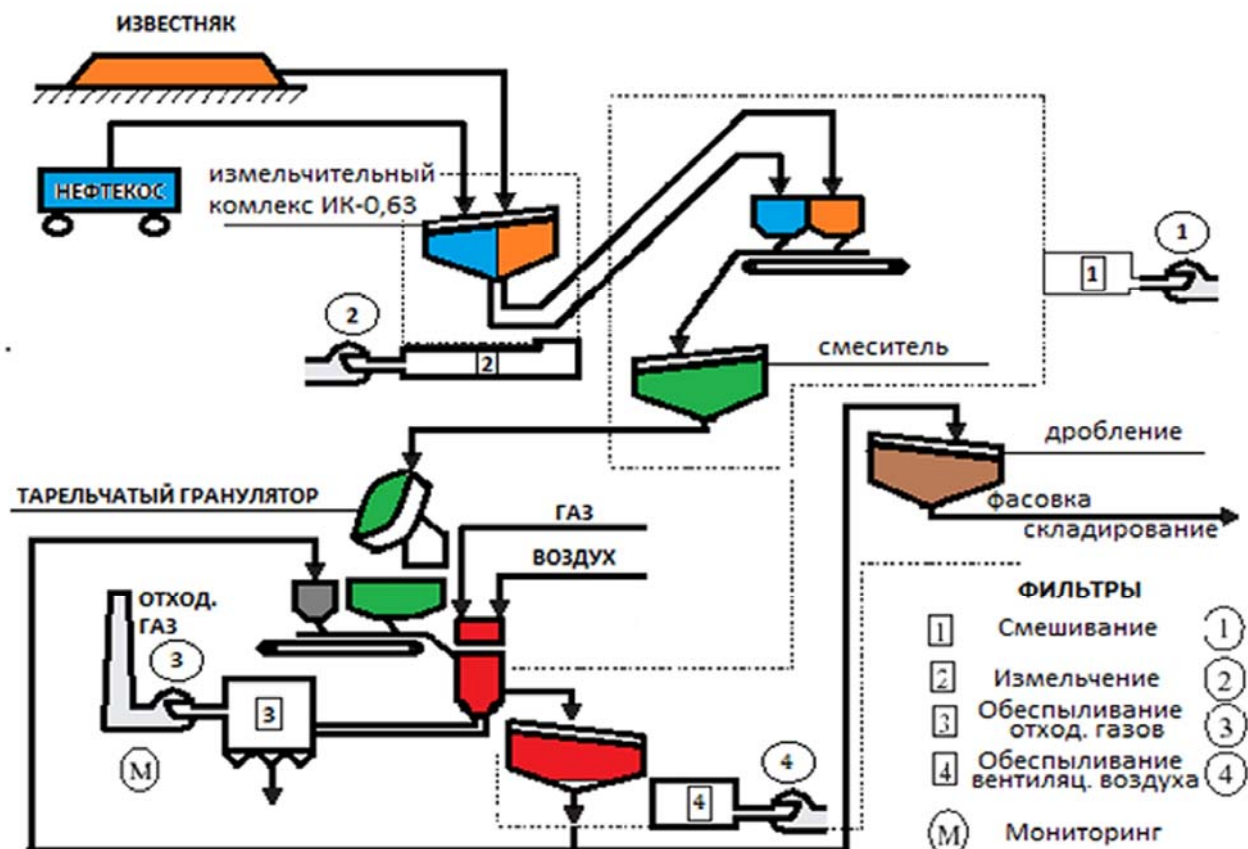


Схема дискретно-поточной линии производства НРС

В дополнение к изложенному выше разработан проект дискретно-поточной линии производства НРС, с ориентировочной производительностью до 3 тыс. т продукта в год (рисунок). Столь высокая производительность достигается совмещением во времени нескольких технологических операций и оптимизацией режима логистики материальных потоков.

Библиографический список

1. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: В 2 ч. Минск: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. Ч. 1. 240 с.
2. Лугинина И.Г., Шереметьев Ю.Г., Удалов В.В. Опыт применения экологически чистого невзрывного разрушающего вещества // Цемент и его применение. 1995. № 3-4. С. 36-38.

ПЕРЕРАБОТКА МНОГОТОННАЖНЫХ ОТХОДОВ АСБЕСТООБОГАТИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СЕРПЕНТИНИТА) – ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ОКСИДА МАГНИЯ, БЕЛОЙ САЖИ И ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Габдуллин А.Н., Калиниченко И.И., Вайтнер В.В., Никоненко Е.А.
УрФУ, gan1105@mail.ru

За многие годы работы асбестообогастительные предприятия отправили в отвалы миллиарды тонн отходов – серпентинита. Данная порода состоит в ос-

новном из минералов группы хризотила: антигорита, лизардита, хризотила. Эти минералы имеют общую формулу $Mg_6(Si_4O_{10})(OH)_8$. Серпентиниты содержат примерно 40 % оксида магния, 40 % оксида кремния и 10 % оксидов других металлов.

Химический состав отхода (серпентинита) и продуктов его переработки приведен в таблице 1 [1-3].

Химический состав сырья (серпентинита) и продуктов его переработки

Определяемый оксид элемента	Сырье (серпентинит)	Продукты		
		Оксид магния	Белая сажа (SiO_2)	Шпинель
SiO_2	42	0,183	89,92	29,40
MgO	40	99,461	0,51	2,08
Al_2O_3	1,9	—	0,32	0,59
FeO	1,0	—	—	—
Fe_2O_3	4,0	—	0,36	61,10
Cr_2O_3	0,28	—	—	1,67
NiO	0,23	—	—	0,47
MnO	0,25	—	—	0,28
CaO	1,95	0,356	0,18	0,29
Прочие, в т.ч. п.п.п.	8,39	—	8,71	4,12

Наиболее перспективным из гидрометаллургических способов переработки магниесодержащего сырья является азотнокислотный, защищенный патентом РФ [4]. Данная технология предполагает:

- выщелачивание измельченного сырья азотной кислотой при нагреве;
- выделение из кремнезема железо-хром-марганцевых шпинелей магнитной сепарацией;
- нейтрализацию азотнокислого раствора оксидом магния до $pH > 8$ и осаждение гидроксидов тяжелых металлов (ТМ) и алюминия;
- выпаривание и кристаллизация нитрата магния шестиводного;
- его термическое разложение в атмосфере перегретого водяного пара при температуре 450–550 °С с получением оксида магния и нитрозных газов (смеси $H_2O_{пар}$, NO , NO_2 , O_2), конденсация которых позволяет регенерировать 100 %-й азотной кислоты;
- смешивание и прокаливание магнитной фракции и гидроксидов тяжелых металлов, полученных при нейтрализации, с образованием шпинели.

Продукты переработки по азотнокислотному способу:

- высокочистый оксид магния, востребованный в огнеупорной, химической промышленности, металлургии, фармакологии, производстве строительных материалов и резинотехнических изделий;
- чистый высокодисперсный кремнезем, отвечающий требованиям, предъявляемым к "белой саже" [5]. Этот продукт востребован в производстве

строительных материалов, резинотехнических изделий и полимерных материалов, катализаторов. Данный продукт также показал себя как сорбент для радионуклидов [3, 6];

— шпинель, содержащая оксиды тяжелых металлов и алюминия. Этот продукт может быть использован для производства легированной стали.

Химический состав полученных веществ представлен в таблице.

Азотнокислотная технология имеет ряд преимуществ:

— меньшая агрессивность азотной кислоты к стальному оборудованию по сравнению с соляной кислотой;

— относительно невысокая температура разложения шестиводного нитрата магния по сравнению с хлоридом или сульфатом магния;

— замкнутость технологической линии: возможность регенерации выщелачивающего (азотной кислоты) и нейтрализующего (оксида магния) реагентов;

— комплексность переработки отходов.

Все это позволяет сделать предположение о высокой экономической эффективности предприятия, которое реализует данную технологию, что подтверждает экономический расчет, сделанный авторами [7]. Данная технология является ресурсосберегающей, так как для получения таких ценных веществ как оксид магния, "белая сажа" и железосодержащий продукт (шпинель) используется не минеральное сырье, а отход производства асбеста.

Реализация данной технологии также позволит улучшить социальную обстановку в таких городах, как Асбест за счет создания дополнительных рабочих мест.

Библиографический список

1. Калиниченко И.И., Никоненко Е.А., Блифернец Н.А., Колесникова М.П., Габдуллин А.Н. Анализ состава и физико-химических свойств отхода асбестовой промышленности. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2002. 11 с. Деп. в ВИНТИ 19.06.2002, № 1143.
2. Габдуллин А.Н., Калиниченко И.И., Печерских Е.Г., Семенищев В.С. Получение высокодисперсного кремнезема методом азотнокислотной переработки серпентинита // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». 2011. Т. 24 (63), № 3. С. 44–47.
3. Калиниченко И.И., Габдуллин А.Н., Печерских Е.Г., Семенищев В.С., Антропова О.А. Получение чистого высокодисперсного кремнезема при азотнокислотной переработке серпентинита и его применение для сорбции цезия-137 // Наука и технологии. Труды XXX Российской школы. М.: РАН, 2010. С. 267–274.
4. Пат. 2292300 RUC01 F 5/02. Способ переработки серпентинита / Калиниченко И.И. (RU), Габдуллин А.Н. (RU): №2005122242/15; заявл. 13.07.2005; опубл. 27.01.2007. Бюл. № 3. 10 с.
5. ГОСТ 18307–78. Сажа белая. Технические условия. М., 1998. 18 с.
6. Габдуллин А.Н., Молодых А.С., Калиниченко И.И., Печерских Е.Г., Семенищев В.С. Комплексная азотнокислотная переработка отходов асбестообогащительного производства и некоторых других магнийсиликатных пород // Сотрудничество для решения проблемы отходов: Материалы 9-й Международной конференции WasteECo-2012. Харьков, 2012.
7. Калиниченко И.И., Блифернец Н.А., Колесникова М.П., Никоненко Е.А., Габдуллин А.Н. Оценка проекта получения оксида магния из отходов производства асбеста – серпентинита. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2002. 11 с. Деп. в ВИНТИ 12.07.2002, № 1316.